



Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Madrid

<https://repositorio.uam.es>

Esta es la **versión de autor** de la comunicación de congreso publicada en:
This is an **author produced version** of a paper published in:

17th International Conference on Human Computer Interaction (Interaccion).
ACM, 2016

DOI: <http://doi.org/10.1145/2998626.2998646>

Copyright: © 2016 ACM

El acceso a la versión del editor puede requerir la suscripción del recurso
Access to the published version may require subscription

Uso de *smartwatches* para la auto-regulación emocional de personas con Trastorno del Espectro Autista

Javier Gomez
Universidad Autónoma de Madrid
Francisco Tomás y Valiente 11
28049, Madrid. Spain
+34914977541
jg.escribano@uam.es

Juan Carlos Torrado
Universidad Autónoma de Madrid
Francisco Tomás y Valiente 11
28049, Madrid. Spain
+34914972292
juan.torrado@uam.es

Germán Montoro
Universidad Autónoma de Madrid
Francisco Tomás y Valiente 11
28049, Madrid. Spain
+34914972210
german.montoro@uam.es

ABSTRACT

Este artículo se centra en el potencial que ofrecen los relojes inteligentes o *smartwatches* como interventores en el proceso de auto-regulación emocional de personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Partiendo de un modelo de asistencia en sus tareas de auto-regulación, el artículo revisa las principales ventajas de estos dispositivos en cuanto a: ubicuidad, sensores y posibilidades de interacción. Por otro lado, se discute la idoneidad de éstos para este tipo de asistencia, incluyendo estudios que han hecho uso de estos dispositivos con fines similares y la relación de esta idea con el área de computación afectiva. Finalmente, se propone una aproximación tecnológica para la auto-regulación emocional que usa *smartwatches* y aplica el modelo de intervención mencionado.

CCS Concepts

- Human-centered computing~Ubiquitous and mobile computing systems and tools
- Applied computing~Health care information systems

Keywords

Smartwatches, auto-regulación, autismo, TEA, tecnologías para la asistencia, computación afectiva, computación ubicua.

1. INTRODUCCIÓN

Las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) presentan una serie de síntomas que afectan a su comportamiento. Algunos expertos los atribuyen a su déficit en las funciones ejecutivas, que se definen como las habilidades para controlar acciones [1]. Aunque la disfunción ejecutiva es más conocida por sus efectos en las capacidades de planificación y organización, también afecta al comportamiento y otras habilidades, como el control de impulsos, inhibición de reacciones inapropiadas y la flexibilidad a la hora de pensar y actuar [4].

Si se considera la vida diaria de una persona con TEA, el ya mencionado déficit en las funciones ejecutiva puede dar lugar a las siguientes dificultades prácticas:

- Dificultad en la organización y secuenciación de los pasos para completar una cierta tarea.
- Dificultad para identificar el comienzo y final de una tarea.
- Dificultad en la regulación conductual y emocional.

Además, estas limitaciones funcionales están relacionadas estrechamente con perturbaciones emocionales. Por lo tanto, un soporte y una ayuda adecuados y adaptados son esenciales para conseguir una mejora, más aún cuando la asistencia se basa en estrategias de auto-regulación. Este tipo de soportes reducen la dependencia en el personal de apoyo y permiten adaptar estas estrategias al contexto del usuario de una forma sencilla [10]

En general, el objetivo principal de estas estrategias es aumentar la auto-determinación de los usuarios. El comportamiento auto-determinado se compone de cuatro características: autonomía, auto-regulación, capacitación y realización personal [11]. En particular, la auto-regulación implica diferentes aspectos de los comportamientos auto-determinados: elección y toma de decisiones, resolución de problemas, fijación de objetivos, adquisición de capacidades y control interno.

Con respecto a la auto-regulación emocional y conductual, Pottie e Ingram [14] presentaron un conjunto de tareas modelo en las que cualquier estrategia nueva o desarrollo debe ayudar:

1. Definir una escala de intensidad emocional
2. Ajustar la reacción emocional a la intensidad correcta
3. Identificar situaciones que provocan diferentes intensidades emocionales y adaptar la reacción a ellas
4. Desarrollar estrategias para el control emocional
5. Identificar situaciones de estrés
6. Crear formas para evitar situaciones no deseadas
7. Gestionar el estrés provocado en las situaciones no deseadas
8. Gestionar episodios de enfado

Además, estas tareas se pueden clasificar en tres grupos o etapas: pre-procesado, identificación y gestión. En la Tabla 1 se asocian estados y tareas:

Tabla 1. Etapas de auto-regulación y tareas asociadas

Preprocesado	Identificación	Gestión
1	3, 5	2, 4, 6, 7, 8

Por lo tanto, estas tareas de soporte se deben considerar como requisitos para los nuevos desarrollos tecnológicos para ayudar a personas con TEA en la auto-regulación emocional. En las siguientes secciones se presenta una nueva aproximación para mejorar este proceso gracias al uso de tecnologías emergentes, como los *smartwatches*.

2. TECNOLOGÍAS PARA LA ASISTENCIA DE FUNCIONES EMOCIONALES

La aplicación de la tecnología para la asistencia de personas con necesidades especiales no es una idea nueva. Este concepto, tecnología para la asistencia (*assistive technology* en inglés) incluye todos los sistemas de soporte para atender a la diversidad funcional [13]: prótesis físicas, gafas, sillas de ruedas, etc. Además, se incluyen los sistemas de soporte para las funciones cognitivas. Así, surgieron las “tecnologías para la asistencia cognitiva” (*assistive technologies for cognition*, ATCs) [12]. Gillespie et al.

revisaron esta definición y relacionaron diferentes productos y servicios con la Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud (*International Classification of Functioning, Disability and Health*, ICF) [13]. En otras palabras, revisaron minuciosamente la relación entre las funciones cognitivas, las necesidades de las personas con diversidad funcional intelectual y los productos de asistencia o soporte específicamente desarrollados para ellos. Así, clasificaron las ATCs en: sistemas de alerta, distractores, micro-instrucciones, navegación, recordatorios, almacenamiento y presentación, y de funcionalidad mixta. Como resultado del estudio, además, encontraron una estrecha relación entre su clasificación y la propuesta por la ICF, que se resume en la Tabla 2. Así, los problemas de atención generalmente se tratan con sistemas de alerta; los distractores resultan muy apropiados para la gestión de las emociones; las tecnologías de navegación cubren los problemas de autoconsciencia; las micro-instrucciones se usan para la planificación y organización; los sistemas de almacenamiento y presentación para la memoria y los recordatorios para la gestión del tiempo.

Tabla 2. Relación entre funciones cognitivas (ICF) y funcionalidad de los sistemas de asistencia

Función Cognitiva (ICF)	Funcionalidad ATC
Atención	Alerta
Cálculo	Mixta
Emoción	Distractores
Autoconsciencia	Navegación
Planificación y Organización	Micro-instrucciones
Gestión del tiempo	Recordatorios
Memoria	Almacenamiento y presentación

Del estudio se puede concluir que las tecnologías para distracción se han empleado como soluciones para los problemas de emociones y comportamiento de usuarios con diversidad funcional. En concreto, la ICF define las funciones emocionales como “funciones mentales específicas relacionadas con las componentes sentimentales y afectivas de los procesos mentales”. Por otro lado, las tecnologías para distracción es un término muy amplio, que incluye desde dispositivos que proveen estímulos para evitar alucinaciones [6] hasta sistemas de *biofeedback* [18]. Este razonamiento nos permite definir el tipo de función que debe cumplir un sistema tecnológico de asistencia a personas con TEA para la auto-regulación emocional.

3. EL SMARTWATCH COMO TECNOLOGÍA EMERGENTE

3.1 Tecnologías emergentes

El problema a la hora de hablar de tecnologías emergentes es que se trata de un término vago, fugaz. Debido al rápido avance de las tecnologías, lo que se considera hoy en día como emergente no tiene nada que ver con lo que se consideraba hace unos años.

En cualquier caso, el término se viene usando desde la aparición de los teléfonos inteligentes y el Internet de las Cosas (IoT) [2]. Evidentemente, hoy en día ya no se pueden considerar los

smartphones como una tecnología emergente, sino como tecnologías altamente integradas y conocidas por la sociedad. Este cambio, además, ha sido rápido, en tan sólo unos años. Una vez producida esta aceptación y generalización por parte de millones de usuarios [5], muchos investigadores empezaron a considerar su aplicación a la ciencia como un medio y no como un fin, especialmente en el área de las Ciencias Sociales [3]. Así, el número de estudios que usaban los teléfonos inteligentes como vehículo para la investigación creció considerablemente.

Las ATCs también han hecho uso de este fenómeno y muchos investigadores han realizado estudios acerca del uso de tecnologías móviles con usuarios con diversidad funcional intelectual en su vida diaria. Lancioni et al., a través de la observación de los resultados de diversos experimentos con usuarios con diversidad funcional intelectual y tecnologías móviles, discutieron la importancia de estudiar la adaptación de las tecnologías a estos usuarios antes de que se convirtiesen en populares [9], paralelizando el diseño para usuarios estándar y la adaptación para usuarios con necesidades especiales. La motivación subyacente del artículo es promover la adaptación de las tecnologías emergentes en el momento en el que aún lo son. De este modo, las tecnologías emergentes relevantes, alcanzarían una aceptación y generalización mayor, tanto por parte de la población con necesidades especiales como sin ellas.

Entonces, ¿cuáles son las tecnologías emergentes más prometedoras hoy en día? ¿Tienen futuro, en cuanto a proyección de mercado y usuarios? ¿Resulta viable adaptarlas a usuarios con necesidades especiales? ¿Van a suponer una nueva generación tecnológica, como los teléfonos inteligentes y las tabletas, y tan populares como ellos?

Hacer una predicción es algo complejo, ya que entran en juego multitud de factores. Sin embargo, sí existe una tendencia actual: las tecnologías *wearables* y, en concreto, los *smartwatches* o relojes inteligentes [8][16].

3.2 Smartwatches

Los relojes inteligentes son dispositivos *wearables* que se llevan, como los relojes tradicionales, en la muñeca y ofrecen una funcionalidad similar a los *smartphones*, adaptada a las particularidades interactivas de los relojes y a sus recursos computacionales, algo más limitados [19]. La característica más destacable de estos dispositivos es, sin duda, su alta capacidad de sensado. A pesar de existir una considerable cantidad de modelos en el mercado, cada vez es más común que incluyan sensores como acelerómetros, monitores de frecuencia cardíaca, GPS, lumínicos, Wi-Fi, etc. Además, ofrecen modos de interacción variados como la pantalla táctil, el reconocimiento de voz y gestos o la vibración. Así, se pueden considerar como los primeros dispositivos *wearables*, con capacidad de cómputo real y versatilidad.

Por ello, este tipo de dispositivos ya han llamado la atención de investigadores relacionados con la diversidad funcional y las ciencias sociales. Por ejemplo, Kearns et al. [7] desarrollaron su propio *smartwatch* y lo integraron en una casa inteligente, que servía como soporte para personas con diversidad funcional intelectual en actividades cotidianas. Además, el sistema servía como soporte a la planificación y recordatorio de tareas. De los estudios realizados, los autores concluyeron que los recordatorios, enfocados a dar avisos para tomar la medicación o hacer alguna tarea, fueron el aspecto más efectivo de todo el sistema. Este estudio, a pesar de ser un buen ejemplo de aplicación de estos dispositivos como soporte para usuarios con necesidades especiales, no es significativo para la propuesta que se presenta en este artículo, ya que se centra en un único modelo de *smartwatch*

(desarrollado por los propios autores) y no en dispositivos comerciales, además de que no ofrece mecanismos de distracción para la auto-regulación emocional.

De forma parecida, Sharma y Gedeon [17] aplicaron los *smartwatches*, conectados a un *smartphone*, para ayudar a personas con Parkinson. Su propuesta ofrecía la ventaja de que usaba un producto comercial (el *smartwatch Pebble*), lo que hacía posible reproducir el experimento con grupos más grandes y en distintas condiciones.

En conclusión, a pesar de existir diferentes estudios sobre el uso de *smartwatches* como dispositivos de asistencia, la literatura no presenta ninguna experiencia previa en su aplicación para la auto-regulación emocional, a pesar de tener un gran potencial para cubrir las necesidades que se han presentado en secciones previas, como se discutirá más adelante.

4. PROPUESTA DE SISTEMA

Del análisis de las tecnologías para la auto-regulación de personas con TEA se han obtenido una serie de aplicaciones de las que, una vez revisadas, se ha podido concluir que la mayor parte de ellas se han desarrollado específicamente para un caso concreto o requieren de unos ciertos conocimientos tecnológicos para poder usarlas. Sin embargo, los *smartwatches* pueden ser una solución tecnológica natural y una opción atractiva y normalizadora para ofrecer el apoyo. Por lo tanto, la propuesta presentada en este artículo se basa en el empleo de estos dispositivos de una forma autónoma, sin emplear dispositivos externos o desconocidos.

Las situaciones que requieren de asistencia para la regulación emocional surgen de forma espontánea: al ponerse nervioso caminando por un sitio desconocido, recibir un estímulo relacionado con algún tipo de fobia del usuario, situaciones de estrés derivadas de la interacción social, etc. Independientemente de la situación, el *smartwatch* puede estar siempre disponible para el usuario, en su muñeca. Es más, muchos *smartwatches* tienen sensores con los que se puede detectar este tipo de situaciones, asistir al usuario y registrar la información para un análisis posterior.

Por lo tanto, la propuesta que se presenta en este artículo se basa en el modelo de Pottie et al. [15] y que se resume en el apartado 1. Así, se propone el empleo de *smartwatches* y técnicas de computación afectiva para la detección y análisis de las emociones y procedimientos típicos de las ATC relacionados con la interacción y la asistencia ubicua para ayudar a usuarios con TEA en la auto-regulación emocional. Más concretamente, el sistema desarrollado para el *smartwatch* será capaz de realizar las siguientes tareas (ver Tabla 3):

- Detectar situaciones de estrés: el estado interior de una persona con TEA se refleja en una serie de señales que implican estrés o ansiedad. El *smartwatch* es capaz de detectar estas señales a través de la medición del ritmo cardíaco, movimiento de los brazos, etc. Gracias al empleo de técnicas de análisis propias de la computación afectiva.
- Crear formas para evitar situaciones no deseadas: esto se puede promover mediante la presentación de textos, imágenes y audios en el propio reloj inteligente, dando instrucciones al usuario sobre cómo evitar este tipo de situaciones.
- Gestión del estrés en situaciones no deseadas: no siempre es posible detectar o recomendar evitar ciertas situaciones que pueden causar estrés a los usuarios. En estos casos, los *smartwatches* pueden actuar como

distractores o proveedor de micro-instrucciones, mostrando contenido multimedia de forma que entretenga al usuario y éste preste menos atención a la situación que le genera estrés.

- Definir una escala de intensidad emocional: las micro-instrucciones se pueden dar empleando un lenguaje que incluya un vocabulario e imágenes con fines educativos (de las emociones), preguntando al usuario por su estado utilizando una escala, o dando nombre a las emociones que haya podido sentir en ciertas situaciones.

Tabla 3. Etapas de auto-regulación y tareas asociadas

Modelo de auto-regulación	Función del sistema
Identificar situaciones problemáticas	Sensores del <i>smartwatch</i> + análisis de computación afectiva
Definir una escala de intensidad emocional	Análisis de computación afectiva
Gestionar situaciones de estrés	Distractores y micro-instrucciones mediante el <i>smartwatch</i>
Evitar situaciones no deseadas	Micro-instrucciones mediante el <i>smartwatch</i>
Ajustar la reacción emocional a situaciones específicas	Temporizadores y micro-instrucciones en el <i>smartwatch</i>
Gestionar episodios de enfado	Temporizadores y micro-instrucciones en el <i>smartwatch</i>

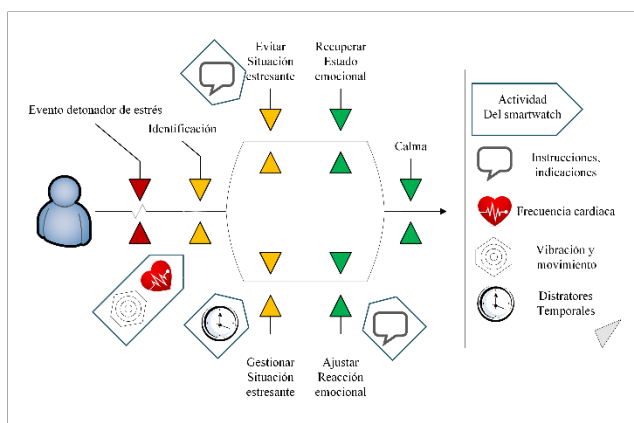


Figura 1. Aplicación de los *smartwatches* en el proceso de auto-regulación emocional de un individuo con TEA

Por ejemplo, para cierto individuo, una situación estresante puede ser encontrarse con un perro de tamaño grande. Si el usuario se asusta, el *smartwatch* se daría cuenta de esta situación mediante el cambio en su ritmo cardíaco o por el movimiento de los brazos (al ahuyentarlo). Así, el *smartwatch*, trataría de captar la atención del usuario mediante sonidos y/o vibración y, después, decirle al usuario qué hacer (ir a otro lugar, pedir ayuda a alguna persona de confianza, etc.) Tras esta recomendación, se mostraría un distractor o mini-juego que ayudaría al usuario a calmarse y recuperar el estado emocional inicial. En este caso, sería recomendable enseñar

al usuario como enfrentarse a una situación en la que aparezcan perros grandes, por ejemplo, indicándole que no es una situación peligrosa junto con los distractores.

Actualmente se están desarrollando estas ideas mediante *smartwatches* basados en el sistema operativo *Android Wear*. Nuestro objetivo es obtener una versión con funcionalidad completa que permita realizar experimentos con usuarios reales y cubriendo una cierta variedad de situaciones de estrés. De esta forma, se espera probar la idoneidad de los relojes inteligentes como dispositivos de asistencia ubicua para la auto-regulación emocional de personas con TEA.

5. CONCLUSIONES

Los relojes inteligentes o *smartwatches* son dispositivos que presentan un gran potencial en las áreas de tecnologías para la asistencia y la computación afectiva. Gracias a la gran cantidad de sensores que poseen, pueden medir el estado interno y externo del usuario en todo momento y lugar. Esta interacción implícita produce datos que se pueden analizar y emplear para asistir al usuario, presentando nuevas oportunidades y retos en el desarrollo de software. Además, estas capacidades resultan particularmente interesantes para la asistencia en la auto-regulación emocional, que es un problema relativamente extendido entre los usuarios con TEA.

Las técnicas más efectivas que se han probado para conseguir un nivel aceptable de capacidad para la auto-regulación emocional incluyen tanto estudios de tecnología como pedagogía y se basan en temporizadores, distractores y micro-instrucciones. Estos ejercicios y métodos son fácilmente implementables en un *smartwatch*, así como la detección de emociones que sería el disparador de la asistencia.

El análisis propio de la computación afectiva se puede integrar en el proceso de sensado del *smartwatch* y la asistencia interactiva se puede modelar y dar mediante la pantalla táctil del dispositivo.

A la vista de estas ideas, se han relacionado las necesidades de las personas con TEA con respecto a la auto-regulación emocional con las posibilidades tecnológicas que ofrecen estos dispositivos, proponiendo un sistema capaz de asistir a personas con TEA a mejorar su capacidad de auto-regulación emocional mediante el uso de un dispositivo conocido y (cada vez más) popular, a la vez que normalizador, como es el reloj inteligente o *smartwatch*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por los proyectos: “e-Training y e-Coaching para la integración socio-laboral” (TIN2013-44586-R), “eMadrid-CM: Investigación y Desarrollo de Tecnologías en la Comunidad de Madrid” (S2013/ICE-2715) y la Fundación Orange, mediante el proyecto “Tic-Tac-TEA: Sistema de asistencia para la autorregulación emocional de momentos de crisis para personas con TEA mediante *smartwatches*”.

REFERENCIAS

- [1] Baron-Cohen, S. and Chaparro, S. 2010. Autismo y síndrome de Asperger. (2010).
- [2] Bijker, W. et al. 2012. The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology. (2012).
- [3] Dufau, S. et al. 2011. Smart phone, smart science: how the use of smartphones can revolutionize research in cognitive science. *PloS one*. (2011).
- [4] Ferrando, M. et al. 2002. Espectro autista. Estudio epidemiológico y análisis de posibles subgrupos. *Revista de Neurología*. (2002).
- [5] File, T. 2013. Computer and internet use in the United States. *Current Population Survey Reports, P20-568. US* (2013).
- [6] Johnston, O. and Gallagher, A. 2002. The Efficacy of Using a Personal Stereo to Treat Auditory Hallucinations Preliminary Findings. *Behavior* (2002).
- [7] Kearns, W. et al. 2013. Guest Editorial. Temporo-spatial prompting for persons with cognitive impairment using smart wrist-worn interface. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 50, 10 (2013), vii–xiii.
- [8] Kerber, F. et al. 2014. Investigating the Effectiveness of Peephole Interaction for Smartwatches in a Map Navigation Task. *Proceeding MobileHCI '14 Proceedings of the 16th international conference on Human-computer interaction with mobile devices & services*. (2014), 291–294.
- [9] Lancioni, G. et al. 2012. Assistive technology: Interventions for individuals with severe/profound and multiple disabilities. (2012).
- [10] Laurent, A. and Rubin, E. 2004. Challenges in Emotional Regulation in Asperger Syndrome and High- Functioning Autism. *Topics in Language Disorders*. (2004).
- [11] Nota, L. and Ferrari, L. 2007. Self- determination, social abilities and the quality of life of people with intellectual disability. *Journal of Intellectual* (2007).
- [12] O'Neill, B. and Gillespie, A. 2014. Assistive Technology for Cognition. ... *Handbook for Clinicians and Developers*. (2014).
- [13] Organization, W.H. 2007. International Classification of Functioning, Disability, and Health: Children & Youth Version: ICF-CY. (2007).
- [14] Pottie, C. and Ingram, K. 2008. Daily stress, coping, and well-being in parents of children with autism: a multilevel modeling approach. *Journal of Family Psychology*. (2008).
- [15] Pottie, C.G. and Ingram, K.M. Daily stress, coping, and well-being in parents of children with autism: A multilevel modeling approach.
- [16] Rawassizadeh, R. et al. 2014. Wearables. *Communications of the ACM*. 58, 1 (2014), 45–47.
- [17] Sharma, N. and Gedeon, T. 2012. Objective measures, sensors and computational techniques for stress recognition and classification: A survey. *Computer methods and programs in biomedicine*. (2012).
- [18] Sharma, V. et al. 2014. SPARK: Personalized Parkinson Disease Interventions through Synergy between a Smartphone and a Smartwatch. *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Everyday Life Applications and Services*. (2014), 103–114.
- [19] Witt, S. 2014. Wearable Computing: Smart Watches. *Fun, Secure, Embedded*. (2014).